

**Change blindness met een temporeel aspect**

G. Fikse

Studentnummer: S3814793

Afdeling Psychologie, Rijksuniversiteit Groningen

PSB3A-BT15: Bachelor These

Supervisor: dr. Pieter de Vries

Tweede beoordelaar: dr. Mark Span

In samenwerking met: Medestudent M. Nicholls, A.J.E.

Loosen, B. Schoenmaker, M.B. Tissing, N.Z. Brouwers.

07 november 2022

## Change blindness met een temporeel aspect

### Abstract

In this study, the role of temporal context on the phenomenon of change blindness was investigated. This was done through an online experiment in which 40 subjects participated. The experiment consisted of a change detection task in which the subjects had to indicate if a change had occurred in the target object. It was expected that if an object reappeared in the second trial of a trial pair that it would be easier to correctly identify a change in the state of the target object. These expectations are based on a cognitive process called *binding* and its dependence on conceptual networks as described by de Vries (2004). In this experiment there was 1 reappearing and 5 new objects during each trial pair. Reappearing meaning that if the object was displayed on the first trial of a trial pair it reappeared in the second trial. The hypothesis was that if the target object would be a reappearing item it would be easier to identify a change in the state of the object. The collected data was processed so that the sensitivity  $d'$  and the location accuracy could be calculated and through multiple repeated measure ANOVAs checked for significance. Contrary to the expectations no significant results were found.

Keywords: Change blindness, Temporal context, Change detection, Binding.

## Samenvatting

In dit onderzoek werd de rol van temporele context op het fenomeen change blindness onderzocht. Dit werd gedaan middels een online change detection task waar 40 proefpersonen aan meededen. De proefpersonen moesten tijdens dit experiment aangeven of zij een verandering hadden waargenomen in het targetobject of niet. De verwachting was dat als een object over meerdere trials heen herhaald wordt het makkelijker was om een verandering te registreren. Deze verwachtingen zijn gebaseerd op het principe van binding en het conceptuele netwerk dat de Vries (2004) beschreef. Tijdens dit experiment waren er vijf of één terugkerende objecten. Met terugkeren wordt bedoeld dat als een object tijdens de eerste trial van een trialpaar gepresenteerd werd het object terugkeerde in de tweede ronde van een trialpaar. De hypothese was dat als het targetobject een terugkerende afbeelding zou veranderingen beter geregistreerd worden. De verzamelde data werd verwerkt en middels meerdere herhaalde meetingen ANOVAs werd er gekeken of de gemiddelden significant verschilden. Tegen de verwachtingen in zijn er tijdens dit experiment geen significante resultaten gevonden.

Trefwoorden: veranderings blindheid, temporele context, veranderings detectie, binding.

## Change Blindness met een Temporaaal aspect

In het dagelijks leven krijgen onze hersenen honderden als niet duizenden stimuli per minuut binnen zodat wij de wereld als een geheel waar kunnen nemen en ons gedrag zo nodig aanpassen aan de omgeving. Het is voor ons overleven dus van belang dat onze hersenen deze stimuli ordenen en verwerken. Doordat het echter zoveel stimuli zijn moeten onze hersenen als het ware kiezen welke stimuli er in onze perceptie opgenomen worden. Als sommige stimuli niet opgenomen worden in onze perceptie is het soms niet mogelijk om een verandering waar te nemen. Dit fenomeen heeft de Engelse benaming *change blindness* (Simons & Levin, 1997). De precieze definitie die Simons & Levin (1997) voor *change blindness* hanteren is: “The inability to detect changes to an object or scene”. Vrij vertaald betekent dat; het onvermogen om veranderingen bij een object of scene te detecteren. De vaardigheid om verandering waar te nemen is echter voor ons overleven van cruciaal belang. Stel dat onze voorouders een beer niet uit de bosjes zagen springen of dat men vandaag de dag niet ziet dat het stoplicht rood wordt. Maar ondanks dat veranderingen registreren van cruciaal belang is blijkt uit verschillende onderzoeken over de jaren heen dat mensen hier best slecht in zijn. Om veranderingen te registreren moeten onze hersenen van elk object verschillende representatie maken. Zo maken de hersenen een aparte representatie van de identiteiten van alle objecten in het zichtveld en weer een aparte representatie van waar deze objecten zich in de ruimte begeven. De reden dat de identiteit en de locatie apart opgeslagen worden is omdat het onmogelijk zou zijn om voor elke combinatie van object en locatie één opslag te hebben. Dit zou simpelweg te veel ruimte in de hersenen in beslag nemen.

Om verandering waar te nemen vergelijken de hersenen eerder gemaakte representaties met de stimuli die zij op dat moment waarnemen. Als deze onthouden representaties niet met het beeld van nu overeenkomen wordt de verandering waar genomen, Alleen op deze manier kunnen we veranderingen registreren. Binding speelt een belangrijke rol in dit proces. Bij binding ontstaat er in de hersenen een tijdelijke connectie tussen de identiteit van het object en

zijn locatie, deze worden echter op verschillende plekken in de hersenen geregistreerd en moeten een complete representatie vormen (de Vries, 2004).

Om het principe van binding beter te begrijpen kan men het van verschillende invalshoeken/ levels bekijken. Zo kan men vanuit het functionele niveau en het structurele level ernaar kijken. Het functionele level werd eerder al kort benoemd is het best te begrijpen door de kenmerkenintegratietheorie van Treisman & Gelade (1980). Samengevat beweert deze theorie dat als men een stimulus waarneemt eigenschappen (e.g. kleur en vorm) hiervan vroeg, automatisch en in parallel geregistreerd worden en objecten afzonderlijk geïdentificeerd worden. Om vervolgens een object op de juiste locatie waar te nemen wordt er een tijdelijke connectie tussen het object en de locatie gemaakt. Echter doet er zich nu een probleem voor op het structurele level. Het brein bestaat namelijk uit onnoemelijk veel neuronen en clusters van neuronen. Elk cluster heeft zijn eigen specialisme zo representeert er een de kleur van het object en een ander de vorm hiervan (*identity map*) en weer een andere is specifiek voor de locatie van het object (*location map*). Deze clusters hebben echter geen (directe) connectie met elkaar. Desondanks is het voor ons mogelijk om een object in zijn geheel op een locatie waar te nemen. Het zogenaamde *binding problem* gaat dan ook over de vraag hoe deze neuronencusters weten dat ze samen een representatie vormen en hoe ze elkaar als het ware vinden. Volgens hypothese over binding van de Vries (2004) vormen twee neuronencusters een tijdelijke verbinding met elkaar door synchroon te vuren. Dit houdt in dat deze twee clusters in hetzelfde ritme het actiepotentiaal bereiken en zo aan elkaar gelinkt raken, dit zorgt er voor dat ze één representatie vormen. Verder stelt de hypothese dat dit proces optreedt als beide clusters behoren tot dezelfde context, vanuit het functionele niveau gezien.

Change blindness is geen nieuw fenomeen in de psychologie. In het laatste decennia hebben tientallen onderzoekers zich over dit onderwerp gebogen zo ook Pashler in 1988. Hij onderzocht met zijn experiment hoe familiariteit van het object en het visueel werkgeheugen veranderingsdetectie beïnvloeden. Hij deed dit door zijn 15 participanten voor korte tijd een tiental getallen en/of cijfers verdeeld over twee rijen van vijf te laten zien gevold door een interstimulus scherm. Na dit scherm bestaande uit een beeld zonder stimuli, kregen de

deelnemers het post-change scherm met daarop weer een aantal cijfers/getallen gepresenteerd. Vervolgens moesten de deelnemers aangeven of er zich een verandering had voorgedaan of niet. De helft van de tijd was er een verandering en de andere helft was er geen verandering. Het bleek dat participanten significant slechter waren in het detecteren van verandering na mate het interval tussen de twee stimulus schermen langer werd. Het was ook opvallend dat de deelnemers het beter deden hoe korter het interval tussen de twee stimulus-rijke schermen werd. Dit is voor het komende onderzoek wel interessant omdat er nu ook een temporele gradiënt bij komt en het een indicatie geeft dat de duur van het interval invloed heeft op de mate waarin iemand blind is voor verandering. Echter werd dit effect wel een stuk minder nadat er een mask geïntroduceerd werd na het pre-change scherm. Pashler concludeerde na zijn onderzoek dat familiariteit met het object het niet makkelijker maakt om een verandering vast te stellen. Verder kan men uit dit onderzoek ook concluderen dat het visueel werkgeheugen een vrij beperkte capaciteit heeft. Dit werd vooral duidelijk na de introductie van de mask omdat de scores hierna beduidend slechter werden.

Hoe beperkt de capaciteit van het visueel werkgeheugen nou werkelijk is heeft Lamme in 2002 onderzocht. Volgens dit onderzoek is er om items in het visueel geheugen te bewaren aandacht nodig. Dit betekent dat dat als een item niet genoeg aandacht heeft gekregen het minder goed opgeslagen wordt wat er wederom voor zorgt dat men veranderingen niet of minder goed waarneemt als het met een nieuwe stimulus wordt vergeleken. Door deze theorie vindt Lamme het cruciaal is om een cue te introduceren. Deze cue moet er voor zorgen dat de aandacht verplaatst wordt richting het object dat verandert. Door deze shift in aandacht consolideert de herinnering beter en is het gemakkelijker om een verandering waar te nemen. Sterker nog Lamme beweert dat de cue er voor kan zorgen dat het effect van change blindness volledig verdwijnt. De rol van binding tijdens dit hele proces is in de wetenschap echter nog wel een punt van discussie. Er kan echter wel gezegd worden dat attentie een grote rol speelt binnen het fenomeen change blindness.

Volgens Luck en Vogel (2013) worden representaties van een visuele scene voor korte tijd onderhouden in het visueel werkgeheugen. Dit gebeurt doordat verschillende neuronen

clusters informatie met elkaar delen en zo een hele representatie vormen. Ze zien ook dat als er meerdere objecten in een scene aanwezig zijn er een kans bestaat dat deze verschillende objecten één representatie vormen. In de paper wordt er ook gesuggereerd dat neuronencusters die het zelfde object vertegenwoordigen met elkaar gelinkt zijn door synchroon het actiepotentiaal te bereiken. De neuronen kunnen verschillende objecten alleen van elkaar onderscheiden, en daarmee meerdere objecten waarnemen, als deze clusters om de beurt vuren. Dat neuronen samen één representatie vormen is geen nieuw idee. Hebb vermoedde in 1949 al dat als twee neuronen synchroon met elkaar vuren dat hun connectie sterker wordt. Hij dacht ook dat als de connectie tussen deze neuronen eenmaal sterk genoeg is er connecties met weer andere neuronen komen en dat minder excitatie nodig is om te beginnen met vuren. Dit fenomeen staat vandaag de dag bekend als *Hebb's learning rule* en resulteert in neuronencusters.

Deze verschillende neuronencusters die elkaar kunnen activeren worden door de Vries (2004) een conceptueel netwerk genoemd. Binnen dit netwerk bestaan er twee aparte *maps* voor de identiteit en locatie van het object. Zoals de namen al doen vermoeden representeert de locatiemap de locatie van het object en de identiteitsmap de identiteit van het object. Volgens Dalenoort (1985) hebben deze clusters een kritieke drempelwaarde voor activatie. Deze kritieke drempelwaarde wordt bereikt als er genoeg neuronen binnen een cluster geactiveerd worden. Als deze drempelwaarde eenmaal bereikt is blijven alle neuronen in dit cluster geactiveerd en blijft de representatie actief omdat de neurale activiteit zichzelf versterkt. Op het functionele niveau betekent dit dat de herinnering actief is en vergeleken kan worden met de representatie van nu om veranderingen te registreren. Gebaseerd op de theorie van het conceptuele netwerk zou *change blindness* dus veroorzaakt kunnen worden doordat er niet genoeg neuronen geactiveerd zijn binnen een cluster. Dit betekent dat de kritieke drempelwaarde van het cluster niet bereikt wordt en de representatie van object of locatie niet voldoende geactiveerd is. Dit zou wederom betekenen dat het niet actief is in het visueel werkgeheugen wat verandering waarnemen niet mogelijk maakt. Het enige probleem wat nu overblijft is de vraag van hoe deze twee verschillende mappen weten dat ze samen horen.

De Vries stelde in 2004 voor dat om één activatiepatroon uit de locatiemap en de identiteitsmap samen te binden tot één representatie de activatie van dezelfde context af moet stammen. Omdat de locatie en identiteit dan in dezelfde context behoren resoneren de actiepotentialen van de neuronencusters wat een tijdelijke link veroorzaakt via een al bestaand neuraal pad.

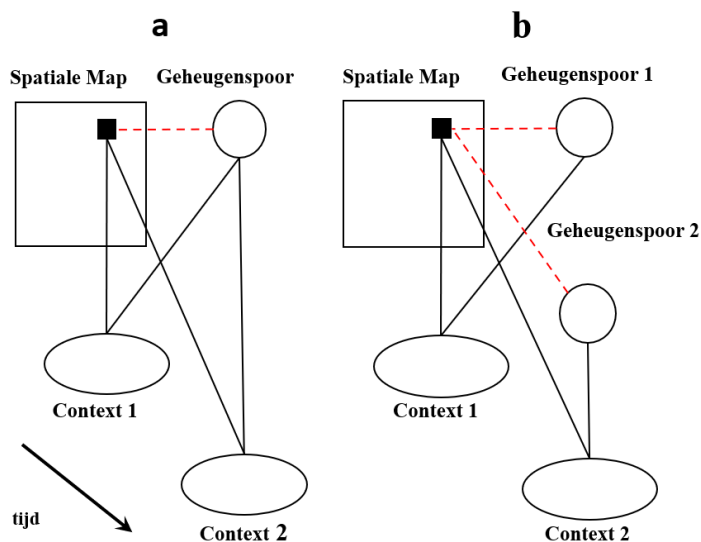
Om de rol van binding binnen het conceptuele netwerk verder uit te zoeken heeft de Vries in 2004 ook een experiment uitgevoerd. Via een letteridentificatie-experiment werd het effect van tegelijk gepresenteerde zelfde letters en het effect van object identiteit op identificatieprestatie getest. Het bleek dat gemiddelde de reactietijd sneller was als er twee of meer identieke letters tegelijk gepresenteerd werden. Dit effect werd sterker als de target letter zijn identiteit deelde met andere gepresenteerde letters vergeleken met een beeld waar identieke niet target letters gepresenteerd werden. Volgens de hypothese van Vries (2004) zou dit kunnen komen doordat twee identieke objecten die samen gepresenteerd worden één cluster voor identiteit activeren en twee voor locatie. Dit zorgt er voor dat het cluster in de identiteitsmap input krijgt van twee verschillende locatie clusters waardoor het sneller zijn kritieke drempelwaarde bereikt. Op het functionele niveau betekent dit dat de herinnering sneller geactiveerd en daarmee beter herinnerd wordt.

Dit riep vorig jaar voor een vijftal studenten de vraag op hoe gedeelde objectidentiteit en samen gepresenteerde identieke objecten de kans op change blindness konden voorkomen. Zij voerden een aantal soortgelijke experimenten als het huidige onderzoek uit waarbij zij verwachtte dat als er meer items met een gedeelde identiteit zijn veranderingen sneller waar genomen worden. De achterliggende theorie is hierbij hetzelfde als het huidige experiment. Men verwacht dat de gedeelde identiteit ervoor zorgt dat het neuronencuster meer input krijgt en daardoor eerder de kritieke drempelwaarde bereikt. Deze hypothese werd achteraf ook bevestigd door de bevindingen van dit experiment. (Koot, 2021). Het huidige experiment is hier een vervolgonderzoek op. Deze keer wordt echter de focus van gedeelde objectidentiteit verlegd naar de temporele context. Met temporele context wordt bedoeld dat een stimulus terugkeert in meerdere trials en daarmee langer aangeboden wordt In afbeelding 1 wordt de



temporele context verder geïllustreerd. Bij gedeelte a is te zien dat een object terugkeert en daardoor twee contexten aanmaakt deze twee contexten hebben hetzelfde geheugenspoor en spatiale map, wat er voor zorgt dat de excitatie hoger is omdat het geheugenspoor input krijgt van twee contexten. Deze hogere excitatie zou er theoretisch voor moeten zorgen dat het object beter onthouden wordt. Bij gedeelte b zijn twee verschillende contexten aanwezig en worden deze tegelijk gepresenteerd wat er voor zorgt dat zij een afzonderlijke geheugenspoor hebben. Doordat er twee verschillende contexten zijn krijgt het geheugenspoor minder input per context en zou deze theoretisch minder goed onthouden moeten worden.

**Afbeelding 1**



Bij het huidige experiment is het dus de vraag of veranderingen sneller waar genomen worden als objecten met dezelfde identiteit terugkeren van de eerste ronde van een trialpaar naar de tweede ronde. Theoretisch moet dit namelijk ervoor zorgen dat de drempelwaarde van activatie binnen een neuroncluster sneller bereikt wordt en het object daarmee beter onthouden wordt. Tijdens dit experiment is er voor gekozen om één afbeelding bij de tweede trial van een trialpaar terug te laten keren en vijf nieuwe te introduceren. Het huidige onderzoek is in samenwerking met vijf andere studenten die allemaal een ander aantal objecten terug laat keren (1/2, 1/3, 1/5, 1/3, 1/4, waarbij terugkerend/nieuw).

Door de eerder genoemde theoretische achtergrond is de hypothese van dit onderzoek dat als het targetobject een object is dat tijdens de eerste ronde van een trialpaar werd gepresenteerd en dus bij de tweede ronde terugkeert het makkelijker is om een verandering in

de staat van het object waar te nemen. Dit betekent vermoedelijk dus ook dat het moeilijker is om een verandering waar te nemen als het targetobject nieuw is.

## **Methode**

### **Participanten**

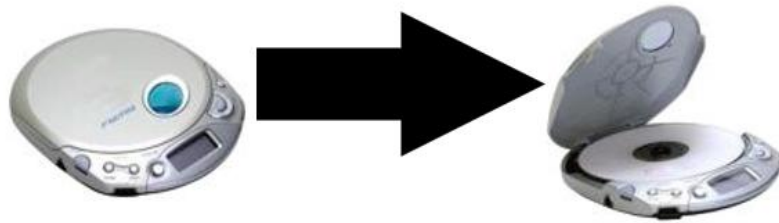
In het totaal hebben 40 participanten aan het experimenten deelgenomen met een gemiddelde leeftijd van 22,25 jaar en een standaarddeviatie van 3,97 jaar. Van deze 40 participanten waren er 26 vrouwelijk en 14 mannelijk. Gemiddeld deden de participanten 1150 seconden ( $SD = 562.991$  seconden) over het afronden van het experiment, dit is ongeveer 19 minuten. Verder zijn de participanten geworven via het onderzoeksplatform Prolific (Prolific.com) en via de proefpersonenpool van het onderzoekplatform Sona van de Rijksuniversiteit Groningen. De participanten van Prolific kregen voor het afronden van het onderzoek een vergoeding van £2.50 en de participanten van het Sona platform kregen Sona-credits. Eerstejaars psychologie studenten kunnen via dit platform meedoen aan verschillende onderzoeken. Zij hebben ook een bepaald aantal SONA credits nodig om een positief bindend studieadvies te krijgen. Voordat de participanten geworven werden was er een goedkeuring voor het experiment gegeven door de Ethische commissie van de Faculteit Gedrags- en Maatschappijwetenschappen aan de Rijksuniversiteit Groningen.

### **Materialen**

De afbeeldingen die tijdens dit experiment gebruikt werden zijn afkomstig van de online database van Konkle Labs, Brady et al. (2008). De afbeeldingen bestonden uit alledaagse objecten waarvan verondersteld werd dat deze bekend zijn bij de participanten. Elke afbeelding had een bijbehorende afbeelding in een andere staat (e.g. een gesloten CD-speler en een open CD-speler, zie afbeelding 2).

## Afbeelding 2

*Voorbeeld staat verandering*



Van de 200 gegeven afbeeldingen werden er twee keer (state change en exemplar) 11 categorieën gemaakt met elk zes afbeeldingen, drie paar, per categorie dit komt in totaal neer op 176 afbeeldingen. Voor dit onderzoek zijn er echter alleen de afbeeldingen van state-change gebruikt, dit komt neer op 88 afbeeldingen. Het huidige onderzoek maakt deel uit van een groter project bestaande uit 6 verschillende onderzoeken. Drie van deze onderzoeken maakten gebruik van state-change afbeeldingen en dit van exemplar afbeeldingen. De onderzoeken verschillen ook in het aantal terugkerende objecten. In tabel 1 is een overzicht van welke onderzoeker welke conditie had. Het huidige onderzoek is experiment acht, waarbij er één object per trial terugkeert en vijf nieuwe geïntroduceerd worden.

**Tabel 1.**

*Overzicht experimenten*

Experiment #1	Rian	Exemplar	1/2	Old/ New
Experiment #2	Zoë	Exemplar	1/3	Old/ New
Experiment #4	Margriet	Exemplar	1/5	Old/ New
Experiment #6	Milo	State-Change	1/3	Old/ New
Experiment #7	Bonny	State-Change	1/4	Old/ New
Experiment #8	Gerrit	State-Change	1/5	Old/ New

De elf verschillende categorieën bij state-change waren muziek, fruit, vrije tijd, speelgoed, reizen, apparaten, antiek, zoetheid, dieren, huishoudelijke items en kantoorartikelen. Het was nodig om zoveel categorieën te maken om te zorgen dat er geen overlap in de afbeeldingen op het display zitten. De verwachting is namelijk dat als afbeeldingen hun identiteit delen met elkaar de neuronencusters meer input krijgen en het daarmee makkelijker onthouden wordt. Het was tijdens dit experiment daarom ook niet wenselijk dat afbeeldingen in het array hun identiteit delen.

### **Design**

Het experiment bestaat uit een 2x2x2 within-subjects design. Hierbij zijn en het terugkeren van een object die bij de eerste trial van een trialpaar voorkwam, voorkomen van een verandering en de targetidentiteit de onafhankelijke variabelen. Tijdens het experiment werden er steeds één of vijf afbeeldingen die in de eerste trial van een trialpaar zaten herhaald. Tijdens een trial kon er zich wel of geen state change voordoen in het targetobject en konden objecten van een eerste trial terugkeren in de tweede trial van een paar. Er werd bij dit onderzoek dan ook alleen gekeken naar de score bij de tweede trial van een paar omdat zich hier de identiteit van het target wel of niet teruggekomen is en men dus kan zien of de temporele context invloed heeft op de score. Tenslotte was er nog een derde variabele die het doel had om vast te stellen of de deelnemers het daadwerkelijke doel van het onderzoek door hadden. De deelnemers kregen namelijk de vraag of zij tijdens het uitvoeren van het experiment een bepaalde strategie gebruikt hebben.

### **Procedure**

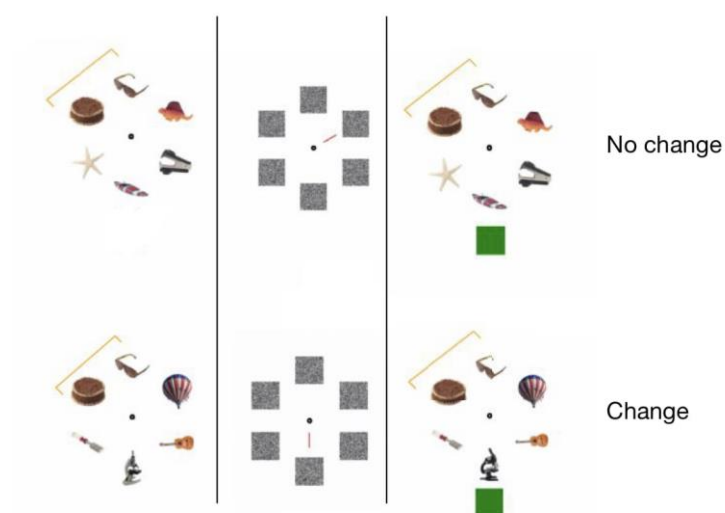
Voordat de participanten aan het het experiment begonnen moesten zij een gedetailleerde instructie doorlezen en werd er geïnformeerde toestemming gegeven. In deze instructie die online gepresenteerd met behulp van de OpenSesame web software (Mathôt et al., 2012) werd is de temporele context niet genoemd. Ook waren er twee oefenrondes bestaande uit acht trials met feedback in vorm van een nauwkeurigheidsscore. Doordat het experiment online afgenomen is was er geen standaardisatie van de omgeving waarin de deelnemers het experiment deden. De participanten werden gevraagd om niet via hun mobiele telefoon of tablet

deel te nemen. De reden hiervoor is dat de participanten hun muis moesten centreren na het afronden van een trial en dit bij een mobiele telefoon niet mogelijk is. Doordat het experiment online was, was er geen gelegenheid voor de onderzoekers om eventuele vragen in real-time te beantwoorden.

Het experiment werd gemaakt met behulp van de OpenSesame software (Mathôt et al., 2012) en bestond uit twee blokken van 48 trials, exclusief twee oefenrondes elk bestaande uit 8 trials. De oefenrondes zijn er zodat de deelnemers bekend werden met het experiment. De ‘echte’ trials werden uitgevoerd na het lezen van de instructie en het afronden van de oefentrials. De trials bestonden elk uit pre-change, mask, post-change screens. Tijdens de oefenrondes kregen de deelnemers nog feedback of zij de verandering goed hebben waargenomen en kunnen zij hun nauwkeurigheid zien. Tijdens elke trial werden er zes afbeeldingen in een cirkel gepresenteerd met in het midden van het scherm een fixatiepunt en onder de afbeeldingen tijdens het post-change scherm een groene knop die de participanten moesten klikken als er geen verandering was genomen was. In afbeelding 3 is een voorbeeld van een trialpaar te zien. Tijdens dit trial paar keerden de taart en de zonnebril uit de eerste trial terug in de tweede trial en waren er vier nieuwe objecten. Het targetobject is bij dit voorbeeld zowel in trial één als trial twee een nieuw object.

### Afbeelding 3.

*Voorbeeld trialpaar*



Doordat alle afbeeldingen van de objecten ongeveer een grote hadden van 2cm en in een cirkel gepresenteerd werden met het middelpunt op 3.5cm afstand vielen ze allemaal tegelijk in het zichtveld. Voordat de participanten aan een trial konden beginnen moesten zij op een blauw vierkant in het midden van het beeldscherm klikken zodat. Dit moest zodat het gezichtsveld en de cursor gecentreerd werden en er geen voorkeur was voor het klikken van een afbeelding puur omdat de cursor daar nog stond. De trials zijn in paren georganiseerd omdat tijdens de eerste ronde van een trialpaar de objecten geïntroduceerd worden en de proefpersonen moeten aangeven of er zich een state change heeft voorgedaan, de resultaten van deze eerste ronde is niet van belang bij het doel van het huidige onderzoek. Tijdens de tweede ronde van een trialpaar wordt er één object van de eerste ronde herhaald en vijf nieuwe objecten geïntroduceerd. Doordat er alleen objecten terugkeren in de tweede ronde van een paar is dit ook de enige ronde die interessant is voor dit onderzoek. Soms had het object dat terugkeerde een verandering van staat ondergaan en soms niet, de volgorde waarin de afbeeldingen gepresenteerd werden was random. Het doel van het experiment was, zoals eerder al benoemd, om een verandering waar te nemen in de state van het object. Tijdens het experiment werd het pre-change scherm 1190ms lang gepresenteerd gevolgd door een mask van 495ms die ervoor moest zorgen dat het werkgeheugen van de participanten gewist werd en er geen sprake is van een after image. Tijdens de presentatie van de mask werd er ook een cue van 45ms geïntroduceerd door middel van een rode lijn die naar de locatie van het object verwees die eventueel zou veranderen. Na het verdwijnen van de mask was het post-change display te zien en participanten konden nu op het object klikken dat een state-change had ondergaan of op het groene vierkant klikken om aan te geven dat er geen verandering heeft plaats gevonden. Na het afronden van de 2 blokken elk bestaande uit 48 trials (exclusief oefentrials) konden de participanten nog hun nauwkeurigheidsscore zien, dit was een getal tussen 0 en 1. Ook werden de deelnemers gevraagd of zij gebruik hebben gemaakt van een bepaalde strategie tijdens het uitvoeren van het experiment

## **Analyse**

De gegevens van de afgeronde trials en experimenten werden in een Excel werkmap

verzameld. Om deze gegevens vervolgens goed te verwerken werden de gegevens eerst per experiment gefilterd. Hierna werden de oefentrials en de eerste trials verwijderd omdat deze niet van belang waren voor het experiment. Vervolgens werd er een aggregatie toegepast en werd het bestand van een long matrix naar een wijde matrix getransformeerd zodat de trials per deelnemer overzichtelijk samen gevat zijn. Nadat dit gebeurd was werd de sensitiviteit  $d'$  bepaald op basis van de change accuracy, dus hoe goed de deelnemers veranderingen hadden waargenomen). Er is gekozen om sensitiviteit  $d'$  te gebruiken omdat dit het gestandaardificeerde verschil tussen de twee distributies is. Om vervolgens een Z-waarde te kunnen berekenen werd eerst de proportie hits (correct geïdentificeerde veranderingen) en de proportie misses (niet correct geïdentificeerde veranderingen) afgeleid (Wickens, 2002). Dit werd gedaan door te kijken naar de proportie correct geïdentificeerde veranderingen in de condities waar wel een veranderingen hebben plaats gevonden. Het probleem hierbij is dat een Z waarde van 0 en 1 niet gedefinieerd is. Als een participant dus bij alle trials de verandering goed geïdentificeerd (score = 1) had werd er van uit gegaan dat die deelnemer een halve trial verkeerd had om zo een betekenisvolle Z te kunnen berekenen. Bij deelnemers die geen trial goed geïdentificeerd hadden (score = 0) werd er van uitgegaan dat zij een halve trial goed hadden. Vervolgens werd de sensitivity  $d'$  bepaald door de corresponderende Z-scores van false alarmen af te trekken van de Z-score van hits (verandering correct geïdentificeerd). Tenslotte werd er met de statistische software JASP een *repeated measures analyse of variance* (herhaalde meetingen ANOVA) uitgevoerd, dit werd ook voor location accuracy (of de verandering op de juiste plek is waargenomen) gedaan.

## Resultaten

### Sensitiviteit

Om te bepalen of er een verband is tussen het aantal terugkerende objecten (één of vijf) en of het targetobject terugkerend is (ja of nee) is er een herhaalde meetingen ANOVA uitgevoerd. De aannames voor het uitvoeren van een herhaalde meetingen ANOVA zijn normaliteit, onafhankelijkheid en sfericiteit. Aan de eerste twee assumpties is voldaan en de

derde is niet van belang omdat de variabelen maar twee niveaus hebben (targetobject terugkerende ja of nee en vijf of één terugkerende objecten). Tijdens het verwerken van de data zijn er geen uitschieters geconstanteert, dit betekent de data van alle proefpersonen in de analyse verwerkt is. Tegen de verwachtingen in bestaat er geen significant interactie tussen het aantal nieuwe objecten en het herhalen van de target identiteit over de trials heen ( $(F(1,39) = 1.506 p = 0.227)$ ). De verwachting was dat veranderingen in nieuwe objecten minder goed waargenomen werden dan veranderingen in objecten die in de vorige trial aanwezig waren. Er is echter geen dergelijke relatie gevonden. Hier was er ook sprake van een kleine effectsize ( $\eta = 0.010$ ). Voor verdere illustratie zie tabel en grafiek A. in figuur 1.

**Figuur 1.**

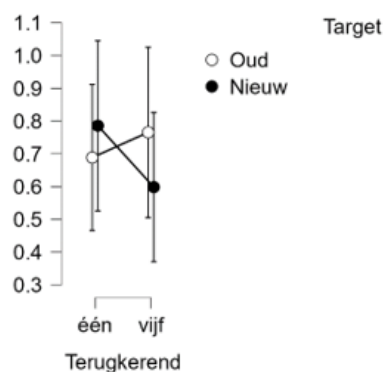
**Tabel A.**

*Within-Subjects effecten voor d' Repeated Measures ANOVA*

Cases	df	F	P	$\eta^2$
Terugkerend	1, 39	0.177	0.676	0.002
Target	1, 39	0.084	0.773	>0.000
Target * Terugkerend	1, 39	1.506	0.227	0.010

**Grafiek A.**

*Geschatte Marginale Gemiddeldes van sensitiviteit*



Deze uitkomst komt dus niet overeen met de hypothese dat veranderingen beter geregistreerd worden als de target identiteit en de objecten in het display bekend zijn. Om deze relatie verder te onderzoeken zijn er nogmaals twee ANOVA's uitgevoerd. De eerste ANOVA werd uitgevoerd op beide levels van de variabele state-change (wel vs. geen). Hieruit blijkt dat de



gemiddeldes van deze twee levels niet significant verschillen ( $(F_{1,39}) = 0.367, p = 0.548$  met een effect size van  $\eta = 0.009$ ). Het gemiddelde van het level geen state change ( $M = 0.786$  met  $SD = 0.973$ ) blijkt hoger dan het gemiddelde van wel een state change ( $M = -0.689$  met  $SD = 0.777$ ). Dit betekent dus dat het voor de gemiddelde participant makkelijker was geen verandering juist waar te nemen tegenover een verandering wel waar te nemen. Voor de twee levels van de variabele aantal nieuwe objecten bestond er ook geen significant verschil tussen de gemiddeldes ( $(F_{1,39}) = 1.203, p = 0.279$ ). Het gemiddelde van het level 5 nieuwe objecten ( $M = 0.786, SD = 0.973$ ) was wat hoger dan het gemiddelde van het level 1 nieuw object ( $M = 0.598, SD = 0.872$ ), maar dit is niet significant. Dit betekent dat het voor de vaardigheid om veranderingen te registreren niet uitmaakt of objecten naast het target in het display herhaald worden of nieuw zijn. Ook dit is tegen de verwachtingen in, er was verwacht dat de veronderstelde bekendheid van de terugkerende objecten ervoor zorgt dat deze beter onthouden worden en er daarmee meer aandacht aan het targetobject besteed kan worden. Sterker nog uit het interactie effect blijkt, alhoewel het niet significant is, het tegenovergestelde van de hypothese te gebeuren als er één object terugkeert. Proefpersonen konden de verandering in het targetobject beter registreren als dit een niet terugkerend object was. Dit effect verdwijnt echter weer zodra er vijf objecten terugkeren. Concluderend kan men over het hoofdeffect van de variabele terugkerend zeggen dat veranderingen beter geregistreerd worden als het targetobject nieuw is en er één object terugkeert dan wanneer er vijf objecten terugkeren en het target nieuw is alhoewel dit resultaat ver van significant is. Ook het hoofdeffect van de variabele targetidentiteit is ver van significant maar bij dit onderzoek lijkt het erop dat veranderingen het best waargenomen worden als het target nieuw is en er één object terugkeert of als het target oud is en er vijf objecten terugkeren.

### **Locatie**

Om te bepalen of het aantal terugkerende objecten en de targetidentiteit invloed hebben op het waarnemen van veranderingen op de juiste locatie is er nog een herhaalde metingen ANOVA uitgevoerd. Bij deze ANOVA is er wederom aan de assumpties van normaliteit en afhankelijkheid voldaan. De assumptie van sfericiteit was ook bij deze ANOVA niet van belang

omdat de variabelen maar twee levels hebben. De variabelen waren hierbij het aantal nieuwe objecten (single en multiple) en de targetidentiteit (nieuw en oud). Uit deze ANOVA blijkt dat er geen significante interactie tussen deze variabelen bestaat ( $(F)1,39= 2.160, p= 0.15$ ). Voor verdere illustratie figuur 2, tabel en grafiek A.

**Figuur 2.**

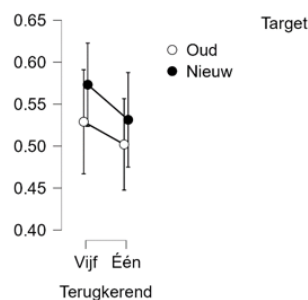
**Tabel A.**

*Within-Subjects Effecten voor Locatie Nauwkeurigheid herhaalde metingen ANOVA*

Cases	df	F	P	$\eta^2$
Terugkerend	1, 39	1.272	0.266	0.013
Target	1, 39	2.160	0.150	0.015
Target * Terugkerend	1, 39	0.076	0.784	>0.000

**Grafiek A.**

*Geschatte Marginale Gemiddeldes van Locatie Nauwkeurigheid*



Dit is in tegenstrijd met de hypothese dat het herhalen van objectidentiteit over de trials heen ervoor moet zorgen dat veranderingen beter worden waargenomen. Om uit te zoeken hoe dit kan zijn er nogmaals twee ANOVA's uitgevoerd. De eerste ANOVA richt zich op de variabele aantal nieuwe objecten. Hieruit blijkt dat de gemiddelden van de twee levels voor deze variabele niet significant van elkaar verschillen ( $(F)1,39= 0.389, p= 0.536$ ). Ook voor de variabele objectidentiteit is er een herhaalde metingen ANOVA gedaan om te kijken of de juiste verandering makkelijker waar te nemen is als het object herhaald wordt. Uit de ANOVA blijkt dat ook deze gemiddelden niet significant verschillen ( $(F)1,39= 1.413, p= 0.242$ ). Als de targetidentiteit herhaald werd was de gemiddelde proportie juist gedetecteerde veranderingen 0.573 met een standaarddeviatie van 0.245. Als de targetidentiteit niet herhaald werd was de gemiddelde proportie juist gedetecteerde veranderingen 0.529 met een standaarddeviatie van

0.308. Het verschil tussen beide levels is dus minimaal. Concluderend kan gezegd worden dat de variabelen objectidentiteit en het aantal nieuwe objecten tijdens dit experiment geen significante invloed hebben op de vaardigheid om veranderingen op de juiste locatie waar te nemen. Alhoewel het effect nog lang niet significant is valt het wel op dat de variabele target het dichtst bij significantie komt. Proefpersonen waren dus beter in staat veranderingen op de juiste locatie te detecteren als het target een terugkerend object is. Hieruit blijkt, zoals verwacht, dat de temporele context wel degelijk een invloed heeft op de vaardigheid om veranderingen op de juiste plek waar te nemen. In tegenstelling tot de variabele targetidentiteit maakte het in het algemeen voor de locatie nauwkeurigheid niet veel uit of er nou één of vijf objecten terugkeerden.

De participanten konden na het afronden van de experiment ook aangeven of zij een bepaalde strategie hadden om de verandering juist vast te stellen. Een groot aantal deelnemers bleek geen echte strategie te hebben. Een klein gedeelte van de participanten gaf aan dat zij de afbeeldingen niet als gehele objecten probeerden waar te nemen maar vooral op verandering in kleur in het gehele display af gingen.

### **Discussie**

Het doel van het huidige onderzoek was om vast te stellen of veranderingen beter waargenomen worden als een object dat tijdens de eerste ronde van een trialpaar gepresenteerd werd ook terugkwam in de tweede ronde als dat object ook het targetobject was. Er werd verwacht dat objecten die tijdens het experiment terugkeerden dankzij het principe van binding ervoor zorgden dat het geheugenspoor input krijgt van twee contexten wat er voor zorgt dat een verandering van staat bij deze objecten beter waar genomen wordt. Deze verwachtingen werden door middel van een change detection task getest en bij dit onderzoek niet bevestigd. Sterker nog alhoewel niet significant lijkt het erop dat het terug laten keren van objecten ervoor zorgt dat veranderingen in nieuw geïntroduceerde objecten beter waar genomen worden dit geldt vooral als er vijf objecten terugkeren. Het zou kunnen dat de eerder gepresenteerde objecten dan wel onthouden worden maar er meer aandacht is voor het nieuwe object wat er voor zorgt

dat veranderingen hier beter opvallen en geregistreerd worden. Dit betekent dat er wel een temporeel effect is maar net anders dan verwacht. De verwachting was namelijk dat de bekende objecten meer aandacht krijgen maar het lijkt erop dat het nieuwe object meer aandacht krijgt dan de bekende. Voor vervolgonderzoek zou het dus interessant kunnen zijn dit effect verder te onderzoeken. Dit zou men kunnen onderzoeken door een soortgelijk onderzoek uit te voeren waarbij de objecten langer gepresenteerd worden wat er voor zorgt dat deze eerder of meer als bekend gezien worden en er meer focus op het nieuwe targetobject ligt.

Zoals eerder al benoemd werden er door medeonderzoekers vijf soortelijke experimenten uitgevoerd met een verschillend aantal terugkerende objecten en ander soort objecten. Ook bij deze experimenten kwamen er na de verwerking van de data geen significante resultaten boven water. Ondanks dat de hypothese van dit onderzoek niet bevestigd is blijft change blindness en het temporele aspect na een paar aanpassingen aan het experiment nog wel interessant voor vervolgonderzoek.

Na het afronden van het experiment kregen de proefpersonen de vraag of zij tijdens het uitvoeren van de taak een bepaalde tactiek gebruikt hadden. Uit de antwoorden bleek dat een aantal proefpersonen helemaal niet naar de individuele afbeeldingen gekeken had maar zich vooral op de kleuren van het hele array aan objecten focuste. Hun aandacht lag dus niet bij de identiteit van het object en of zich hier een verandering voor deed maar meer op de kleurverschillen tussen de beide screens van een trial. Dit zorgt er natuurlijk voor dat de identiteit van een object niet meerdere keren waar genomen wordt wat er wederom voor zorgt dat de theoretische achtergrond niet van toepassing is. Dit probleem zou bij toekomstig onderzoek makkelijk verholpen kunnen worden door de afbeelding in zwart-wit weer te geven. Verandering in de hoeveelheid kleur is namelijk moeilijk vast te stellen als er geen kleuren aan bod komen. Tijdens dit onderzoek is ervoor gekozen om deze proefpersonen niet uit de data te halen. Dit komt omdat deze tactiek niet tegen de instructie in gaat en omdat er maar een klein aantal proefpersonen aan het experiment meededen wat de waarde van elk individu hoger maakt. Voor een vervolgonderzoek zou men ook de proefpersonen kunnen instrueren deze tactiek niet toe te passen om dit probleem (gedeeltelijk) te voorkomen.

Zoals eerder al benoemd is er voor dit onderzoek maar een klein aantal proefpersonen (N=40) gebruikt. Doordat dit aantal vrij klein is zijn er geen proefpersonen verwijderd die een tactiek hebben gebruikt die niet helemaal bij de theorie aansluit en is de impact van random factors ook groter. Ook was er tijdens dit experiment geen sprake van een gestandaardiseerde setting of controle op hoe goed iemand überhaupt kan zien en onthouden. Voor toekomstig onderzoek zou het dus interessant kunnen zijn om een grotere steekproef te nemen waardoor random effecten verminderd en outliers eerder verwijderd worden. Ook zou het handig kunnen zijn om filter vragen toe te passen zoals “Heeft u geheugen- en/of waarnemingsproblemen?”

Samenvattend kan gezegd worden dat er bij dit onderzoek geen significant bewijs gevonden is dat de temporele context een invloed heeft op de mate van change blindness. Alhoewel dat de prestatie van de proefpersonen niet beter werd bij de herhaling van objecten is dit onderwerp, met enkele aanpassingen aan het experiment, zeker nog interessant voor vervolgonderzoek.

## Referenties

- Brady, Konkle, Alvares, & Olivia. (2008). "Massive Memory" Unique Object Images. Konkle Labs: <http://konklab.fas.harvard.edu/#>
- Dalenoort G. J. (1985). The representation of tasks in active cognitive networks. *Cognitive Systems, 1*, 253–272.
- De Vries, P. H. (2004). Effects of binding in the identification of objects. *Psychological Research, 1*(2), 41-66. doi: 0.1007/s00426-003-0159-0
- Konkle, T., Brady, T. F., Alvarez, G. A., & Oliva, A. (2010). Conceptual distinctiveness supports detailed visual long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General, 139*(3), 558-578.
- Koot, B. E. L. (2021) How Binding Conditioned by a Retro-Location Cue Affects Detection in State Changes, *Bachelor thesis*, Department of Psychology, University of Groningen, The Netherlands.
- Lamme, V. A. F. (2003). Why visual attention and awareness are different. *Trends in Cognitive Sciences, 7*(1), 12-18. doi:10.1016/S1364-6613(02)00013-X
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (2013). Visual working memory capacity: From psychophysics and neurobiology to individual differences. *Trends in Cognitive Sciences, 17*(8), 391–400. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1016/j.tics.2013.06.006>
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods, 44*(2), 314–324. doi:10.3758/s13428-011-0168-7
- Hebb, D. O. (1949). The organization of behavior.
- Simons D. J, Levin D, T. 1997. Change blindness. *Trends Cogn. Sci.* 1:261–67
- Pashler, H. (1988). Familiarity and visual change detection. *Perception & Psychophysics, 44*(4), 369-378. doi:10.3758/BF03210419
- Wickens, T. D. (2002). *Elementary signal detection theory*. Oxford University Press

